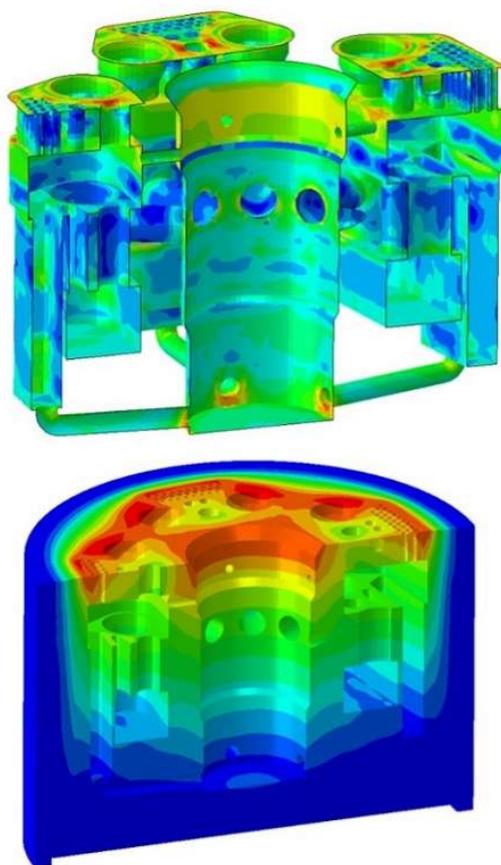


## В СПбПУ разрабатывают новые методики проектирования, которые снизят стоимость строительства АЭС



Инженеры Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого внедряют передовые численные методы и подходы в процесс проектирования атомных электростанций. Их использование позволит существенно снизить затраты на строительство новых АЭС. Разработка ведется в партнерстве с АО «НИКИЭТ» и АО «Обуховский завод» при поддержке федеральной программы «Приоритет-2030».

При проектировании атомных станций традиционно используются консервативные упрощенные математические модели и подходы, которые были разработаны в условиях недостаточного развития численных методов описания нелинейных физически связанных процессов. Это вынуждало вводить значительные коэффициенты запаса, например, при выборе толщин оболочек, расчете максимальных нагрузок и диапазонов условий эксплуатации и пр. Инженеры СПбПУ развивают и внедряют в процесс проектирования АЭС передовые численные методы и подходы на основе современных программ конечно-элементного анализа, что позволяет точно и эффективно с вычислительной точки зрения описывать сложные мультифизические процессы, протекающие при эксплуатации АЭС.

В частности, политехники разрабатывают методики оценки прочности элементов конструкций АЭС в условиях сейсмических и экстремальных воздействий. При таких расчетах особенно

важно корректное описание взаимодействия грунтового основания и сооружения. Разработчики использовали метод синтеза динамических подструктур, который позволяет свернуть масштабную расчетную модель, состоящую из десятков и сотен тысяч элементов, до уровня одного «суперэлемента», полностью описывающего поведение исходной расчетной модели. Это значительно повышает вычислительную эффективность. За счет использования метода подструктур расчетная модель корпуса блока реакторной установки БР-1200 (КБР РУ БР-1200) из более 600 тыс. элементов сократилась до менее 10 тыс., что более чем на 80% повысило скорость определения нагрузок на оборудование при сейсмическом и иных внешних динамических воздействиях.

Разработанная методика моделирования системы «сооружение-основание» учитывает реальное пространственное распределение и фактические величины динамических жесткостных и диссипативных характеристик грунтового основания. Применяемый подход позволяет моделировать динамическое двустороннее взаимодействие фундаментной плиты сооружения с грунтовым основанием, что обеспечивает корректность оценки амплитуд и спектрального состава сейсмических движений на высотных отметках основания корпуса блока реакторного и внутрикорпусного оборудования.

Благодаря детальному моделированию волновых процессов в грунте удалось уточнить сейсмические нагрузки и выявить, что фактические нагрузки более чем в два раза ниже тех, что выявлены при использовании норм, заложенных в традиционном подходе к их расчету. Далее планируется осуществлять развитие и автоматизацию применяемых подходов и их внедрение в отраслевые стандарты.

*«Наши разработки позволяют снизить экономические затраты при строительстве АЭС за счет снижения металлоемкости конструкций без потери прочности, а также выявить зоны конструкции, требующие усиления, без проведения дорогостоящих натурных испытаний. В конечном счете, все это способствует достижению технологического лидерства РФ в области энергетики в части реализации концепции замкнутого топливного цикла»,* – прокомментировал значимость разработки директор Научно-образовательного центра «Цифровой инжиниринг в атомной и тепловой энергетике» ПИШ СПбПУ, к.т.н. **Виктор Модестов**.

В работах принимают участие ведущие научные сотрудники инженеры и преподаватели Научно-образовательного центра «Цифровой инжиниринг в атомной и термоядерной энергетике» ПИШ СПбПУ и Физико-механического института СПбПУ: Алексей Лукин, Роман Федоренко, Ильнар Муртазин, Алексей Кудрявцев, Иван Попов, Александр Лобачев, Павел Удалов, Надежда Пискун.

Передовые инженерные методы внедрены в учебный процесс в магистерской программе «Цифровой инжиниринг в атомной и термоядерной энергетике» (15.04.03 «Прикладная механика»). Программа реализуется в Передовой инженерной школе «Цифровой инжиниринг» и разработана совместно с промышленными партнерами: АО «Атомэнергопроект», АО «НИКИЭТ», Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН, Институт ядерной физики имени Г. И. Будкера СО РАН.

В дальнейших планах специалистов Петербургского Политеха – разработка методики расчета

вибропрочности корпуса блока реакторного с учетом двустороннего гидроупругого взаимодействия элементов конструкции с жидкометаллическим теплоносителем.